

Ullrich, Heiner

Naturwissenschaft und Bildung. Betrachtungen über die Aktualität des genetischen Lehrens

Zeitschrift für Pädagogik 46 (2000) 2, S. 235-249



Quellenangabe/ Reference:

Ullrich, Heiner: Naturwissenschaft und Bildung. Betrachtungen über die Aktualität des genetischen Lehrens - In: Zeitschrift für Pädagogik 46 (2000) 2, S. 235-249 - URN: urn:nbn:de:0111-opus-68954 - DOI: 10.25656/01:6895

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-68954>

<https://doi.org/10.25656/01:6895>

in Kooperation mit / in cooperation with:

BELTZ

<http://www.beltz.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.
This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@difp.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Zeitschrift für Pädagogik

Jahrgang 46 – Heft 2 – März/April 2000

Essay

- 159 JULIANE JACOBI
Friedrich Schleiermachers „Idee zu einem Katechismus der Vernunft für edle Frauen“. Ein Beitrag zur Bildungsgeschichte als Geschlechtergeschichte

Thema: Neue Entwicklungen in der Sonderpädagogik

- 175 VERA MOSER
Disziplinäre Verortungen. Zur historischen Ausdifferenzierung von Sonder- und Sozialpädagogik
- 193 URSULA HOFER
Sensualismus als Grundlage erster sonderpädagogischer Unterrichtsversuche. Seine Bedeutung für die Frage nach der Bildbarkeit blinder Menschen
- 215 ROLF GÖPPEL
Der Lehrer als Therapeut? Zum Verhältnis von Erziehung und Therapie im Bereich der Verhaltensgestörtenpädagogik

Weitere Beiträge

- 235 HEINER ULLRICH
Naturwissenschaft und Bildung. Betrachtungen über die Aktualität des genetischen Lernens
- 251 ISABELL DIEHM
Erziehung und Toleranz. Handlungstheoretische Implikationen Interkultureller Pädagogik
- 275 HANS-JÜRGEN SCHREIBER/ACHIM LESCHINSKY
Luther vor der Revisionsinstanz. Der Konflikt um das Luther-Bild und der Einfluß der Historiker auf die Revision des DDR-Geschichtslehrplanes in den 80er Jahren

Diskussion

- 295 URSULA PEUKERT
Neue Medien und die Logik frühkindlicher Bildungsprozesse

Besprechungen

- 311 ANDREAS GRUSCHKA
*Clemens Albrecht/Günther C. Behrmann/Michael Bock/
Harald Hohmann/Friedrich H. Tenbruck: Die intellektuelle Gründung
der Bundesrepublik. Eine Wirkungsgeschichte der Frankfurter Schule*
- 315 HANS-WERNER FUCHS
Dieter Keiner: Erziehungswissenschaft und Bildungspolitik
- 318 DIETHER HOPF
*Cristina Allemann-Ghionda: Schule, Bildung und Pluralität.
Sechs Fallstudien im europäischen Vergleich*
- 323 SIEGFRIED UHL
*Peter H. Ludwig: Ermutigung, Optimierung von Lernprozessen
durch Zuversichtssteigerung*
- 325 LUDWIG LIEGLE
*Wolfgang Tietze (Hrsg.): Wie gut sind unsere Kindergärten?
Eine Untersuchung zur pädagogischen Qualität in deutschen
Kindergärten*

Dokumentation

- 331 Pädagogische Neuerscheinungen

Contents

Essay

- 159 JULIANE JACOBI
Friedrich Schleiermacher's "Concept of a Catechism of Reason
for Noble Women" – A Contribution to the History of Education
as Gender History

Topic: Recent Developments in Special Education

- 175 VERA MOSER
Disciplinary delimitations – On the historic differentiation of special
education and social pedagogics
- 193 URSULA HOFER
Sensualism As a Basis for First Experiments in the Instruction
of the Handicapped – Its significance for the question of the educability
of the blind
- 215 ROLF GÖPPEL
The Teacher As Therapist? – On the relation between education
and therapy in the field of education for maladjusted children

Further Contributions

- 235 HEINER ULLRICH
Natural Science and Education – Reflections on the pertinence
of genetic learning
- 251 ISABELL DIEHM
Education and Tolerance – Action-theoretical implications
of intercultural pedagogics
- 275 HANS-JÜRGEN SCHREIBER/ACHIM LESCHINSKY
MARTIN LUTHER Before the Court of Appeal – The debate on
MARTIN LUTHER and the influence of historians on the revision
of the curriculum for history in the GDR during the 1980s

Discussion

- 295 URSULA PEUKERT
New Media and the Logics of Educational Processes In Early Childhood
- 311 BOOK REVIEWS
- 331 NEW BOOKS

Naturwissenschaft und Bildung

Betrachtungen über die Aktualität des genetischen Lehrens

Zusammenfassung

Die Naturwissenschaft ist ein Element der modernen Kultur, dessen Bedeutung gar nicht überschätzt werden kann. Mit ihrem rasanten Erkenntnisfortschritt bildet die naturwissenschaftliche Forschung die unentbehrliche Basis für die Sicherung und Weiterentwicklung unserer durchgreifend technisierten Lebensbedingungen. Die zentrale Rolle der Naturwissenschaft für den Aufbau unserer äußeren Existenz ist also fraglos. Fraglich bleibt indes die Bedeutung des naturwissenschaftlichen Wissens für die Gestaltung der inneren Welt des Menschen in unserer Kultur, und unklar ist auch ihr Verhältnis zu den anderen kulturellen Sphären, die zur Bildung der Person beitragen. Am Ende des Jahrhunderts, in dem die Naturwissenschaft schließlich in den Fächerkanon des Gymnasiums Aufnahme gefunden hat, ist die Bildungsaufgabe des naturwissenschaftlichen Unterrichts immer noch nicht eindeutig bestimmt. Dies wird an der Situation des Physikunterrichts heute und an seinen Lernergebnissen deutlich.

1. Probleme des naturwissenschaftlichen Unterrichts heute

Repräsentative Interessenstudien belegen übereinstimmend den prekären Status des Faches Physik in den allgemeinbildenden Schulen (vgl. MUCKENFUSS 1995, S. 19ff.). Im Vergleich mit allen anderen Schulfächern ist das Interesse am Physikunterricht am geringsten. Physik wird am häufigsten als unbeliebtes Fach genannt, besonders von Mädchen. Mit zunehmender Dauer des Physikunterrichts nimmt seine Beliebtheit noch weiter ab, auch bei den Jungen. Bemerkenswert ist aber, daß das Fach Physik – trotz seiner extremen Unbeliebtheit – von fast allen Schülern für bedeutsam gehalten wird. Mit zunehmendem Alter der Schüler steigt, obwohl ihr Interesse am Physikunterricht immer weiter sinkt, die Bedeutung, welche sie der Physik im allgemeinen zuschreiben. Aus dieser gespaltenen Haltung heraus können Unterlegenheitsgefühl und Expertengläubigkeit zugleich entspringen. Überzeugt davon, daß die Physik allgemein von Belang ist und jeder etwas von ihr verstehen sollte, machen die meisten Schüler an sich selber die Erfahrung, daß sie diesem Anspruch nicht genügen. Viele werden dies als persönliches Versagen erleben. Mit der vermeintlichen eigenen Inkompetenz verbindet sich dann nur allzu leicht die Wertschätzung derjenigen, die sich in dieser fremden Welt zu Hause fühlen. Der gegenwärtige Physikunterricht *spaltet* die Schülerschaft in die wenigen „Experten“ und in die vielen „Eingeschüchterten“.

Den Hauptgrund für das zurückgehende Interesse der meisten Schüler am traditionellen Physikunterricht sehen besorgte Fachwissenschaftler und -didaktiker in der einseitigen Orientierung der Lehrkräfte an der Fachsystematik und an den Anforderungen eines späteren Physikstudiums (vgl. Philosophisch-Naturwissenschaftliche Fakultät 1989, S. 554f.). Die meisten Physiklehrer berücksichtigten kaum die Lebenskontexte und die Vorerfahrungen der Mehrzahl der

Schüler, welche später in ganz anderen Bereichen ihre Ausbildung und berufliche Tätigkeit fortsetzten. Die Orientierung der Lehrer an der Front der Forschung verführe dazu, den naturwissenschaftlichen Unterricht vielfach zu früh oder gar von Anfang an auf zu hohem Abstraktionsniveau zu halten. Statt ihn auf das altersspezifische Aufnahme- und Ausdrucksvermögen der Schüler auszurichten, bildeten die erst später nötigen Begriffe, Methoden, Formeln und Modelle der Fachwissenschaft den sofortigen Bezugspunkt. Von dieser abstrakten Denk- und Sprechweise aus könnten die meisten Schüler kaum noch Brücken schlagen zu den ihnen vertrauten Phänomenen und Problemen. Nicht der Prozeß des Suchens und Erforschens selber, sondern das Einsammeln seiner fertigen Produkte, das Lehrbuchwissen, bilde den primären Bezugspunkt des Lehrens und Lernens. Daß es oft gar nicht wirklich verstanden, sondern nur botmäßig reproduziert werde, zeige sich daran, daß viele Schüler das von ihnen Gelernte nicht eigenständig formulieren und noch weniger Dritten erklären könnten.

Die mediokre Qualität des naturwissenschaftlichen Unterrichts an deutschen Schulen ist erst kürzlich im internationalen Vergleich durch die Ergebnisse der TIMSS-Studie (vgl. BAUMERT u.a. 1997) belegt worden. Die deutschen Schülerinnen und Schüler verfügen zwar über das nötige Wissen, weisen aber, verglichen etwa mit ihren japanischen Altersgenossen, beträchtliche Defizite im Bereich des begrifflichen Verständnisses und der Problemlösefähigkeiten auf. Die TIMSS-Teilstudie über Unterrichtskulturen in Deutschland, Japan und USA legt den Schluß nahe, daß die Lehrmethode ein zentraler Erklärungsfaktor für die unterschiedlichen Lernleistungen ist. Unterricht in Japan geht in der Regel von einem komplexen, gedanklich anspruchsvollen Problem aus; die Schüler erarbeiten dann in Kleingruppen ihre Lösungen und werden dabei bewußt auch zu alternativen Wegen ermuntert; anschließend präsentieren sie ihre Ergebnisse vor der Klasse und begründen sie. Im Unterricht deutscher Schulen wird neuer Stoff in der Regel im Rahmen eines vom Lehrer gelenkten fragend-entwickelnden Unterrichtsgesprächs, relativ kurzschrittig und auf eine bestimmte Lösung hinführend, erarbeitet.

Die geringe Wirksamkeit des landläufigen Physikunterrichts zeigt sich auch im raschen Verfall des Gelernten. Fachliches Wissen, das oft nur unter dem Druck von Noten und für Prüfungszwecke gelernt worden ist, wird auch schnell wieder vergessen. Was schon anfangs nicht wirklich verstanden worden ist, wird auch nicht lange behalten. So wissen die allermeisten Studierenden in den Lehramtsfächern (mit Ausnahme der Fachphysiker) schon nach dem Abitur kaum noch, warum Eis farblos und Schnee weiß ist, woher die Fliehkraft kommt oder ob Wärme ein Stoff ist (vgl. WAGENSCHN 1988, S. 32ff.). Und etwa drei Viertel unter ihnen machen für den abgedunkelten Teil des Mondes den Erdschatten verantwortlich, so als gäbe es fast täglich eine Mondfinsternis. Schlimmer noch als solche Einzelirrtümer ist es aber, daß von den meisten die besondere Denkwelt der modernen Naturwissenschaft, ihre Möglichkeiten und Grenzen gar nicht verstanden werden.

Die erschreckende Hinfälligkeit der physikalischen Schulkenntnisse – und das Ausmaß des sie verbergenden Scheinwissens – sind um so beunruhigender, weil sie von den Lehrern selber nicht mehr bemerkt und deshalb auch nicht wirklich ernst genommen werden. Unter anderem auch deswegen haben die

von besorgten Fachdidaktikern und Hochschullehrern geäußerten Vorschläge zu einer Reform des naturwissenschaftlichen Unterrichts (vgl. Philosophisch-Naturwissenschaftliche Fakultät 1989) bislang kaum gefruchtet.

Die Probleme des naturwissenschaftlichen Unterrichts liegen aber nicht nur im Bereich des Methodischen, sondern auch auf der didaktischen Ebene. Sie fokussieren hier besonders in der Schwierigkeit, seine Bedeutung für die Bildung der Persönlichkeit der Heranwachsenden zu bestimmen. Nicht nur die Waldorfpädagogen, die goetheanisierenden Außenseiter in unserem Bildungswesen, kritisieren die „dogmatische Verengung“ (KRANICH) der Naturerkenntnis, welche der naturwissenschaftliche Unterricht an Regelschulen durch seine zu früh einsetzende begriffliche Abstraktion und seinem von den Schülern noch unverstandenen mathematisierenden Zugriff zur Folge hat (vgl. KRANICH 1995, S. 149). Hierfür ist eine Distanzierung und affektive Abkopplung von den Phänomenen nötig, welche die Verbundenheit der Lernenden mit der Natur lockert und das Interesse an ihr schwächt. „Nach innen äußert sich dies in einem Gefühl der persönlichen Bedeutungslosigkeit der Physik oder Chemie – bedeutungslos im doppelten Sinn: ‚Die Erkenntnisse der Physik (Chemie) sind für mich wirklich ohne Bedeutung‘, und: ‚Ich bin angesichts der Erkenntnisse der Physiker (Chemiker) bedeutungslos‘. Nach außen betrachtet mögen zum Zustand der Welt (mangelnde Rücksichtnahme auf unsere Mit- und Umwelt) eben die hier geschilderte Denkhaltung und Denkgewohnheit beigetragen haben“ (BUCK 1990, S. 253). In diesen Äußerungen steigert sich die Kritik am naturwissenschaftlichen Unterricht zur Kritik am Naturverhältnis der neuzeitlichen Wissenschaft überhaupt.

2. Naturwissenschaft und Naturerfahrung

Der Monopolanspruch der exakt-experimentellen Wissenschaft auf Naturerkenntnis wird heute für immer mehr Menschen zweifelhaft, weil sie sehen, daß die wissenschaftlichen Einblicke und technischen Eingriffe der Menschen in die Abläufe der Natur unkontrollierbare Risiken mit sich bringen. Die Frage nach anderen Formen des Naturverstehens und anderen Weisen des Umgangs mit der Natur wird heute allenthalben neu gestellt. Es charakterisiert die exakt-experimentelle Naturforschung, daß sie die Naturphänomene in ein Gefüge mathematischer Formeln umdenkt und dabei alles, was jenen an Wert, Bedeutung oder Sinn anhaften kann, als irrational entwertet. Zwischen die Phänomene und die Menschen schieben sich die Instrumente; sie ermöglichen die methodisch kontrollierte Steigerung der Erfahrung, schränken aber zugleich den Zugang zur Natur auf die apparative Meßbarkeit – und damit auch technische Verfügbarkeit – ein.

Die Naturwissenschaften wissen heute mehr über die Natur als jemals zuvor. Das von ihnen auf abstrakte Formeln gebrachte Wissen ist ein Verfügungswissen. Es ermöglicht und veranlaßt zwar, immer umfassender über die Natur zu verfügen; es hilft dem Menschen aber weit weniger als frühere Naturauffassungen, sich in der Natur zu orientieren. Für GERNOT BÖHME (1993, S. 31) befinden wir uns „am Ende des Baconschen Zeitalters“; denn es geht heute um die „Bewältigung der Wissenschaft“, um die „Befreiung des Geistes aus einem

nutzenorientierten Wissenstyp“. Dies macht erforderlich, die mathematisierend-experimentelle Naturerkenntnis als nur *eine* Möglichkeit des Naturwissens zu betrachten und andere Formen des Wissens zu rehabilitieren. Dies verlangt auch, erneut über das Verhältnis von Wissenschaft und Bildung nachzudenken und damit nach dem menschenbildenden, orientierenden Gehalt einer Erkenntnisform zu fragen, die bislang vor allem als instrumentalistisches Verfügungswissen in Erscheinung getreten ist.

Die „Bewältigung“ der mathematisch-experimentellen Naturwissenschaft und die Frage nach ihrem Bildungsgehalt war auch schon das Problem GOETHES. Und so ist es auch wohl kein Zufall, daß GOETHE *Naturforschung* (vgl. GOETHE 1971, S. 314ff.), insbesondere seine gegen NEWTONS Optik entworfene Farbenlehre, heute als Paradigma einer anderen Wissensform bzw. einer „alternativen Wissenschaft“ von der Natur wieder mehr Beachtung findet. GOETHE wendet bekanntlich gegen NEWTON ein, daß diesem die Farbe gar nicht wichtig sei; ihn interessiere nur der apparativ herstellbare Vorgang der Brechung des Lichts und die dadurch eröffnete Möglichkeit der Messung der Wellenlängen, die den verschiedenen im Licht enthaltenen Farben entsprechen. NEWTON trenne die Erkenntnis der Naturvorgänge völlig von ihrer Anschauung, er erforsche die Welt des Lichts und der Farben für Blinde. GOETHE verabscheut die „mechanische Marterkammer“ der Fernrohre und Mikroskope und die „Über-eilungen eines ungeduldigen Verstandes, der die Phänomene gerne lossein möchte“ und Begriffe und Meßwerte an ihrer Stelle einschiebt. Für GOETHE bleibt die mit den bloßen Sinnen wahrnehmbare Farbe das Urphänomen, welches sich aus der Polarität von Licht und Finsternis mit Hilfe der Trübe ergibt. Seine Theorie der Farbentstehung bewegt sich nirgends aus dem Bereich der Sinneswahrnehmung hinaus; denn sie soll ja gerade die Anschauungskraft für die Fülle der Farbphänomene ausbilden.

GOETHES „verstehende“ Naturforschung ist letztlich von einem anderen Bezug zur Lebenspraxis geleitet als die „messende“ NEWTONS. Dieser unternahm seine optischen Experimente ursprünglich in der Absicht, das dioptrische Fernrohr zu verbessern. GOETHES Erkenntnisinteresse ist hingegen kein technisches, sondern ein ästhetisches: Den Anstoß für seine Farbenlehre lieferte sein Interesse an der Malerei. Sein Ziel war die Aufschließung des menschlichen Auges als des Organs für die Zwiesprache mit den Farbphänomenen, den Taten und Leiden des Lichts. GOETHES Naturwissenschaft ist zutiefst bestimmt vom Anspruch, den Menschen zu bilden.

Es muß hier offenbleiben, ob und gegebenenfalls welche Elemente der GOETHESchen Lehre beim heutigen Stand des Wissens noch als tragfähig gelten können. Für die physikalische Forschung der Gegenwart hat GOETHES Farbenlehre nur noch den Wert eines prominenten Exponats im Museum für Wissenschaftsgeschichte. Für das pädagogische Denken indes behält GOETHES Auseinandersetzung mit NEWTON weiterhin unverminderte Aktualität. THEODOR LITT (1959, S. 47) bezeichnete GOETHES Farbenlehre in seiner vor über vier Jahrzehnten verfaßten, auch heute noch beachtenswerten Schrift über „Naturwissenschaft und Menschenbildung“ als einen „Markstein in der Entwicklung der Bildungsproblematik“. GOETHE habe – trotz seiner ungerechtfertigten Polemik gegen die mathematische Naturwissenschaft – die Beschränktheit von deren Zugriff auf die Natur deutlich gemacht. Der experimentell-exakte Naturfor-

scher dürfe sich nicht einbilden, daß seine Welt, weil sie die „objektive“ ist, auch die „eigentliche“ Welt sei. Seine Erkenntnis der Natur beschränkt sich auf das exakt Meßbare; sie habe im Leben des Einzelnen deshalb noch keinen Vorrang an Wirklichkeit. Mit der Relativierung des Weltbildes der quantitativen Naturwissenschaft rehabilitiere GOETHE zugleich die eigentümliche Wahrheit der lebensweltlichen Naturanschauung; diese erfasse die Natur in der Mannigfaltigkeit der qualitativ verschiedenen Eindrücke, in der sie sich den Sinnen bietet. Bildung – so THEODOR LITT – gelinge nur, wenn jedes der beiden Naturverhältnisse, die phänomenhafte Naturanschauung und die mathematisch-objektivierende Naturwissenschaft, zugleich ausgebildet werde. Zur gegenseitigen Er-Gänzung beider Naturverhältnisse und zur wechselseitigen Begrenzung ihrer Geltungsansprüche komme es aber nur, wenn die philosophische Besinnung über die Möglichkeiten und Grenzen der Naturerkenntnis noch hinzutrete.

Diese bildungs- und wissenschaftstheoretische Reflexion muß in der Schule aus den naturwissenschaftlichen Fächern selber kommen; anderenfalls wird sie – zu Recht oder zu Unrecht – als inkompetente Einmischung von philosophischen oder pädagogischen Besserwissern empfunden. Schüler werden nur dann von der Leistung und Grenze einer Denkweise bzw. Wissensform zu überzeugen sein, wenn der Fachlehrer sie die dazu nötigen Einsichten selber erringen läßt. Der naturwissenschaftliche Unterricht in den allgemeinbildenden Schulen weist also in pädagogischer Perspektive – das sollten unsere einleitenden Überlegungen zeigen – einige grundsätzliche Mängel auf. Sie betreffen die methodische, die didaktische und die wissenschaftstheoretische Ebene. Das von dem Physik- und Mathematikdidaktiker MARTIN WAGENSCHNEID (1898–1986) in einem Zeitraum von über fünf Jahrzehnten praktisch erarbeitete und theoretisch reflektierte Konzept des genetischen Lehrens beansprucht, diese Probleme produktiv zu bewältigen.

3. Genetisches Lehren als ein Nachentdecken-Lassen

Bereits in seinen ersten Veröffentlichungen zu Anfang der dreißiger Jahre hat WAGENSCHNEID (vgl. u.a. 1933) von der eigenen Unterrichtspraxis an der Odenwaldschule PAUL GEHEEBS her Grundsätze eines allgemeinbildenden naturwissenschaftlichen Unterrichts formuliert: Der Physiklehrer solle dafür sorgen, daß die Schüler in Muße und ohne Übereilung sich auf erstaunliche Naturerscheinungen einlassen und über diese in einen gemeinsamen Forschungsprozeß eintreten können. Um solche Vertiefungen zu ermöglichen, müsse das fachsystematische Lehren zeitweise zurückgestellt werden. Jeder Schüler solle stattdessen einige wenige naturwissenschaftliche Entdeckungen miterleben und in ihren weiteren Konsequenzen verfolgen. So lange wie möglich solle er dabei qualitativ verfahren, d.h. eine noch ganz unmathematische, „phänomenologische“ Betrachtungsweise üben und seine Gedanken in der Alltagssprache ausdrücken. Kinder und Jugendliche sollten zunächst genauso „ursprünglich“ denken wie die Forscher, die das Problem zum ersten Mal gestellt haben. WAGENSCHNEID hat diese Konzeption des naturwissenschaftlichen Unterrichts später als sokratisch, exemplarisch und genetisch bezeichnet. Nach dem Ab-

klingen der Debatte über das exemplarische Prinzip Ende der sechziger Jahre hat er den Hauptakzent zu Recht auf das Genetische gesetzt.

Das genetische Lehren soll ein ursprüngliches Lehren sein, ein Lehren, welches „die Wiederentdeckung der Wissenschaft von Anfang an“ (WITTENBERG) ermöglicht. Es muß mit der uneingeschränkten sinnlichen Erfahrung der Wirklichkeit beginnen und von hier aus den Weg zu der mathematisch-exakten Forschung einschlagen. Genetisch Lehren meint also, in Werdenden, in den Schülern, die (Natur-)Wissenschaft als eine werdende und gewordene selber gleichsam neu entstehen zu lassen. Das genetische Prinzip kann sich nur in bewußt hierfür ausgewählten Themenkreisen entfalten. Es setzt voraus, daß das naturwissenschaftliche Curriculum aus einem Kanon exemplarischer Lehrstücke besteht, welche als Pfeiler durch Bögen kursmäßig-systematischen Lehrens verbunden werden. Die Exempla sollen – innerfachlich – das Elementare erschließen sowie – überfachlich – das Fundamentale, die menschheitliche Bedeutung der Naturwissenschaft erfahren lassen. Man kann das genetische Lehren sechsfach entfalten: lernpsychologisch, wissenschaftstheoretisch, wissenschaftsgeschichtlich, lebensgeschichtlich, sprachlich und (natur-)philosophisch.

Lernpsychologisch geht es um die Anbahnung problemlösender, produktiver Denkprozesse in der Überzeugung, daß ein einziges, *selbst gefundenes* Resultat für den einzelnen langfristig bedeutsamer ist als die vielen Ergebnisse, die ihm von anderen beigebracht worden sind. Der genetische Lehrgang beginnt mit einem „Einstieg“. Dieser soll die Lernenden ohne bereitgestellte Vorkenntnisse mit einem komplexen, aber noch unmittelbar erfahrbaren Problem konfrontieren und zum spontanen Fragen und Nachdenken veranlassen. Der Einstieg hat einen lebensnahen Zugang und einen schon fachlich bestimmten Ausgang; durch seine Rätselhaftigkeit soll er die Lernenden ergreifen und zum wissenschaftlichen Begreifen veranlassen. Das vom genetischen Lehren bewirkte Lernen vergleicht WAGENSCHN (1971, S. 206ff.) mit dem Prozeß der Kristallbildung. Spontane Einsichten in einen Problemzusammenhang stellen gleichsam Einzelkristalle dar, elementare Verstehensakte, die ein erstaunliches Naturphänomen auf ein schon vertrautes zurückführen. Um diesen Kristallkeim herum verbinden sich immer mehr Einzelkristalle zu einem Großkristall verallgemeinernden Verstehens; dieser kann sich dann mit anderen zu einer Systematik zusammenfügen.

Wissenschaftstheoretisch handelt es sich beim genetischen Lehrgang darum, den Weg von den ursprünglichen Verstehensweisen der Natur zur Methode ihrer exakten Erforschung (nach)-gehen zu lassen. Er beginnt mit der noch nicht durch abstrahierende Fachbegriffe, Meßapparaturen oder Modelle eingeschränkten „ganzheitlichen“ Betrachtung der Naturphänomene und führt von hier mit vollem Bewußtsein zu den beschränkenden, aber genauen Ergebnissen der exakt-experimentellen Naturwissenschaften. Dieser genetische Weg erfordert die „Einwurzelung“ des Lernenden in seine ursprüngliche Wirklichkeit und ermöglicht das selbsttätige Erringen der – zunächst oft unglaublichen – Einsichten der Naturwissenschaften. Beim Fortschreiten zu den abstrakteren Formen der Naturerkenntnis sollen die ursprünglichen physiognomischen Formen der Naturerfahrung nicht vergessen, sondern „verwandelt bewahrt“ werden. Deshalb hat zunächst das Phänomen den Vorrang vor dem Modell, die

Alltagssprache vor der Fachsprache, die qualitativ-phänomenologische Erklärung vor der formelhaften Berechnung.

Die *wissenschaftsgeschichtliche* Dimension des genetischen Lehrens ergibt sich zwingend aus dieser Vorrangstellung der Anfänge. Wenn es im genetischen Lehrgang um die „Wiederentdeckung der Wissenschaft von Anfang an“ geht, dann braucht der Lehrende nicht nur den psychologischen Sinn für das Werden der Einsichten im Schüler, sondern auch den geschichtlichen Sinn für das Werden der *grundlegenden Entdeckungen* der Naturforschung. Aus der Geschichte der Naturwissenschaften kann der Lehrer didaktisch und methodisch lernen. Am nachhaltigsten offenbaren die Anfänge der Naturforschung den ihr innewohnenden Geist.

Der Rückweg in die Wissenschaftsgeschichte kann den Lehrenden auch offener machen für das Verstehen der Wege, die die Kinder in die Naturwissenschaft einschlagen. Denn *lebensgeschichtlich* gesehen gibt es eine auffällige Entsprechung zwischen den Stufen der kindlichen Naturauffassung und den Erklärungsweisen, die in der Frühzeit der Naturforschung gängig waren. Das Kind ist zunächst mit den Naturscheinungen noch innig verwoben; und es bringt eine andere, phantasiereiche Naturauffassung mit, die dann im Unterricht begrifflich und methodisch auf die Wissensform der messenden, exakten Naturforschung eingeschränkt wird. Beim genetischen Lehren soll das Wissen aus den ursprünglichen, naiven Weisen des Verstehens hervorgehen und ohne Bruch sich bis zu den höheren Abstraktionen der wissenschaftlichen Forschung erweitern. „Ein Wissen sollte es sein, das *fundiert* ist (und *bleibt*) auf möglichst unmittelbare und ungekünstelte Erfahrung. Nicht nur weil es dann besser ‚sitzt‘, sondern vor allem um der *Spaltung* vorzubeugen, die zunehmend die Gesellschaft (wie die einzelne Person) bedroht: in eine unverwurzelte Oberschicht, die sich nicht mehr verständlich machen kann der großen Menge, die nun so leicht wissenschaftsgläubig oder auch wissenschaftsfeindlich reagiert, statt wissenschaftsverständlich“ (WAGENSCHN 1968a, S. 126).

Damit die Heranwachsenden da nicht gespalten werden, wo sie ganz bleiben können, soll der Lehrer das ursprüngliche, sogenannte „primitive“ Denken nicht voreilig beiseite schieben. Er wird ihnen ihr animistisches Denken und anthropomorphes Reden über die Naturphänomene solange erlauben, wie ihr Verstehen noch zu leisten ist. *Sprachlich* geht es beim genetischen Lehren also um das allmähliche Werden der exakten Fachsprache auf der Grundlage der Alltagssprache als der Sprache des Verstehens. Der genetisch Lehrende wird deshalb die Schüler so lange in ihrer altersmäßigen eigenen Sprache reden lassen, bis die fachsprachliche Formulierung sich als unvermeidlich erweist. Auch im naturwissenschaftlichen Unterricht muß das Denken sich lange in der ungezwungenen, uneingeschränkten Alltagssprache vollziehen können: „Die Muttersprache ist die Sprache des Verstehens, die Fachsprache besiegt es, als Sprache des Verstandenen“ (WAGENSCHN 1968b, S. 129).

Genetisches Lehren vollzieht sich also im intensiven Gespräch einer Gruppe über ein sich von selbst stellendes Problem in einer Atmosphäre des Vertrauens und der Konzentration auf die Sache. Zum Genetischen gehört bei WAGENSCHN die sokratische Methode. Ihre Kennzeichen sind für ihn der Anfang bei einer Frage, der Verzicht auf Belehrung, die Zerstörung des Scheinwissens und die Bindung der Erkenntnis an das Gespräch.

Das genetische Verfahren kann die Lernenden schließlich zu *philosophischen* Einsichten über die Möglichkeiten und Grenzen der Naturwissenschaft führen. Sie sollen selber erfahren, daß die mathematisch-experimentelle Naturwissenschaft nur *eine besondere*, geschichtlich erst wenige Jahrhunderte alte Form der Naturerkenntnis darstellt. Im Gegensatz zu früheren und anderen Arten des Naturwissens richtet sich ihr erkenntnisleitendes Interesse allein auf das, was meßbar ist oder meßbar gemacht werden kann. Gerade in dieser aspekthaften methodischen Selbstbeschränkung kann die neuzeitliche Naturwissenschaft die Natur immer genauer ins Verhör nehmen und mit der Entdeckung ihrer Gesetzmäßigkeiten auch die Fundamente für immer waghalsigere technische Erfindungen legen. Mit der Selbstbeschränkung auf einen mathematischen Entwurf der Natur ist indes von vorneherein die Frage nach dem „Wesen“ der Natur, nach dem „Eigentlichen“, was es „wirklich gibt“, gerade nicht gestellt. Es bleibt weiterhin jedem einzelnen Menschen überlassen, dem Geheimnis der Natur, der er ja selber angehört, auch mit Hilfe der modernen Naturwissenschaft auf der Spur zu bleiben. Soweit – in skizzenhafter Vereinfachung – ein Überblick über die Weite des genetischen Lehrprogramms. MARTIN WAGENSCHNIEDER hat es im Hinblick auf die verschiedensten Themen unermüdlich immer wieder von neuem durchdacht und konkretisiert.

4. Naturphänomene sehen und verstehen

Beim genetischen Lehren geht es im Kern darum, die Schüler nicht bloß zu informieren, sondern Verstehen zu lehren. Gleichsam in „Gesprächsnischen“ soll es – ohne den Druck des Lehrplans und der Noten – an intensiven Beispielen und unter annähernd sokratischer Führung um nichts anderes gehen als um das Verstehen; Verstehen in zweifacher Hinsicht: als „Stehen“ auf den Phänomenen und als Erfahren, wie die neuzeitliche Wissenschaft von der Natur möglich wird.

Der Gegenstand der Physik ist nach wie vor die Natur, auch wenn der wachsende apparative Aufwand, das Eindringen der Technik in die moderne Forschung und die immer schwerer zugängliche mathematische Sprache den Blick davon ablenken. Physikalisches Denken im authentischen Sinne geht von der Natur aus, von den Erscheinungen, die uns unmittelbar gegeben sind. Auf dem Titelblatt eines WAGENSCHNIEDERschen Lehrbuchs wären „Wolken, Sonne, Mond und Sterne zu sehen, darunter Berge und Wälder, dazwischen Blitz und Regenbogen, und in den Bergen Kristalle, Erze und Magnetsteine, dazu Flüsse und Meere. Das ganze umstellt aber, am Rande, von Apparaturen: Waagen, Fernrohre, Amperemetern und so fort. – Das Merkwürdige daran wäre, daß die Waagen, die Fernrohre, die Maschinen ja auch Natur sind, nur gezähmte“ (WAGENSCHNIEDER 1971, S. 23f.).

Der Zugang zur Physik führt also über die Naturphänomene, welche mit allen Sinnen wahrgenommen werden können. Um die Selbstbeschränkung verstehen zu können, durch die die Physik zu ihren exakten Erkenntnissen gelangt, muß ein jeder zunächst die uneingeschränkte Wirklichkeit der Erscheinungen vor sich haben. Apparaturen, Fachbegriffe, mathematische Formeln und Modelle sollen erst dann Verwendung finden, wenn sie zur Erklärung

eines beunruhigenden, problematischen Phänomens notwendig werden. Damit aus den Schülern wissenschaftsverständige Laien werden, muß der Weg zwischen den Phänomenen und der physikalischen Denkwelt hin und her beschriftet werden. Die klassische Naturwissenschaft hat zu Erkenntnissen geführt – man denke etwa an die Drehung der Erde und ihren Umlauf um die Sonne –, welche unserer alltäglichen Welterfahrung widersprechen. Um die wissenschaftliche Erkenntnis bis zu solchen beunruhigenden Ergebnissen hin nachvollziehbar machen zu können, muß der Lehrende Sinn für die langwierige Genese der physikalischen Entdeckungen und für ihre Vorstufen entwickeln. Hierfür sind wissenschaftsgeschichtliche Kenntnisse unentbehrlich.

Die folgende, länger ausgeführte Notiz WAGENSCHAINS (1971, S. 184f., 1988, S. 173) soll die *Praxis* des Verstehens-Lehrens veranschaulichen: „Das klassische Beispiel für die Wirkung eines die Vorstufen überrollenden, hastig aufs Quantitative springenden Verfahrens ist der ‚Auftrieb‘, Gegenstand unzähliger Lehrproben, und trotzdem – der Leser möge es nachprüfen: Fragt man irgendeinen früheren Abiturienten, was ihm zu dem Stichwort ‚Auftrieb‘ einfällt, so kommt fast immer das richtig auswendig gelernte ‚Archimedische Prinzip‘: ‚Jeder Körper verliert unter Wasser so viel an Gewicht, wie das von ihm verdrängte Wasser wiegt.‘ Dieser Satz gehört seltsamerweise zu dem Wenigen, was lebenslang präsent bleibt. Ich halte ihn übrigens für entbehrlich. Fragt man weiter, und zwar einfacher (nämlich nicht gleich, wie groß der Auftrieb ist, sondern), warum er überhaupt „ist“, „woher“ es denn „kommt“, daß der Stein wie ein jeder Körper, auch unser eigener, unter Wasser leichter wird, so stellt sich heraus, daß dieses schlichte Problem vielleicht nur einer oder zwei von hundert durchschauen (nämlich): Das schwere Wasser lastet auf sich selber, je tiefer desto mehr, und drückt also die Unterseite jedes eingetauchten Körpers (da sie ja tiefer unter Wasser ist) stärker als seine höher gelegenen Flächen. Für die große Mehrheit hat ihr zwar quantitatives, aber bloß auswendig gelerntes Wissen *nur* eine verwirrende Wirkung. Beginnen sie nämlich – zu spät – über die Frage nachzudenken, so führt sie der Wortlaut des Archimedischen Prinzips auf falsche und keineswegs spontane Ideen: Sie meinen nämlich, das ‚verdrängte Wasser‘ sei die Ursache. (Aber wie, wenn es, übergelaufen, längst ‚fort‘ ist?) Und wenn sie sehen, wie der unten *eben* geschliffene Kork auf dem gleichfalls genau ebenen Boden des Gefäßes aufliegend und unter Wasser gesetzt, *nicht* hochkommt, so wundern sie sich. Aber nicht so sehr aus dem naiven Staunen über den Widerspruch mit dem Gewohnten und dem uns allen vertrauten Glauben, der Kork sei *an sich* ‚leicht‘ und ‚wolle‘ deshalb hoch, sondern: Die unverstandene Scheingelehrsamkeit verwirrt: Der Kork verstößt gegen das stur ‚Gelernte‘: Er verdrängt doch Wasser! ... Würden wir uns für diese Dinge Zeit lassen, statt hier wie überall das Messen und die Formel in einen flüchtig abrollenden Vordergrund zu schieben, so könnten wir plötzlich eine Weite erreichen, die aus der Enge des Apparativen hinausführt in die Natur und die Himmelswelt und aus der Physik in die Geistesgeschichte. Wir würden dann dem Umschlag des aristotelischen Denkens nachspüren können und am deutlichsten bei Kepler nachlesen, der es so wunderbar einfach und eindringlich sagt in seiner bildkräftigen Sprache, daß Aristoteles zwar geschrieben habe, daß der ‚Vnderscheid der leichten vnd schwären geschöpfte ist zuvor fürhanden, ... der verursacht jnen, das die schwäre sachen in die mitte kkommen‘, während ‚dem

fetir sein aigner vnd gewisser ort von Natur außgezeichnet ist, nämlich der eüseriste an der welt', aber er, Kepler, sage: ‚das fûer begehret nit in den Himmel hinauf ... es weichet dem lufft, der da vil schwärer ist dan es'. Wie aber sollte ein solcher Unterricht möglich sein, wenn die Fach-Lehrerausbildung diese, nämlich die bildende, Seite der Sache nicht bemerkt und sich auf das (zweifellos viel zu ‚hoch' – statt in die Tiefe – getriebene) Theoretische beschränkt? (So daß man es, dieses geistesgeschichtliche Elementare, erst nach dem Studium in Jahrzehnten aus zufälligen Funden sammeln muß?)“.

Das genetische Lehren hat die Unterrichtspraxis bis heute durchweg nicht erreicht, und es sind auch von verschiedenen Seiten beachtenswerte Einwände gegen diese Konzeption vorgebracht worden: Die traditionelle Physikdidaktik hält ihr seit langem entgegen, daß der naturwissenschaftliche Unterricht hier den Wertmaßstäben einer fachfremden, nur unzulänglich begründeten und in ihrer „Naturbegeisterung“ unzeitgemäßen „Bildungsideologie“ unterworfen werde (vgl. KROEBEL 1967). Die Folgen seien gravierende Mängel an Präzision und Systematik im Unterricht und dadurch die Gefährdung der Studierfähigkeit der Physik. Der eigentliche persönlichkeitsbildende Wert des Physikunterrichts liege vor allem darin, daß die Schüler in vorbildlicher Weise die Sachlichkeit und Strenge erfahren, mit denen das naturwissenschaftliche Denken durch experimentelles Vorgehen und exakte Messung zu allgemeingültigen Erkenntnissen gelangt. Durch die Geringschätzung des physikalisch-technischen Verfügungswissens, durch die „Ausklammerung der pragmatischen Zwecke aus dem Bildungsprozeß“ ignoriere WAGENSCHHEIN pädagogisch den „Machtaspekt“ der Naturwissenschaften in der heutigen Welt. Es müsse heute in erster Linie darum gehen, die Schülerschaft erfahren zu lassen, „daß viele lebensbedeutsame Inhalte physikalische Aspekte enthalten, aus deren Verfügbarkeit auch ein persönlicher Gewinn hinsichtlich der Möglichkeit konkreter Welterfahrung und geistiger Welterschließung erwächst“ (MUCKENFUSS 1995, S. 148). Daher sollten gerade die technisch-lebenspraktischen Probleme den eigentlichen Angelpunkt des Physikunterrichts bilden; an ihnen würden zugleich die Nutzenorientierung und der Reduktionismus der modernen naturwissenschaftlichen Forschung zugänglich und reflektierbar. Gesellschaftskritisch orientierte Didaktiker der Naturwissenschaften wenden sich gegen die *fachliche Enge und Politikferne* des genetischen Lehrkonzepts. Ein allgemeinbildender naturwissenschaftlicher Unterricht müsse primär auf die Aufklärung der heutigen, von Naturwissenschaften und Technik geprägten Lebensverhältnisse zielen; dazu seien die naturwissenschaftlichen Fächer zu integrieren und sogar soziologische, historische und politische Teilfragen mit zu berücksichtigen (vgl. FREISE, 1996). In einem interdisziplinären, projekthaft angelegten Unterricht seien die Schüler zur Erkenntnis und Kritik jener gesellschaftlichen Schlüsselprobleme der Gegenwart zu befähigen, die von einer inzwischen hochspezialisierten Forschung und Technologie aufgeworfen und bearbeitet werden.

Von diesen Einwänden verdienen u.E. die beiden letzteren besondere Beachtung. Doch auch hier greifen – wie beim ersten Einwand – die Kritiker WAGENSCHHEINS zu kurz. Denn sie beziehen sich nicht auf das zentrale pädagogische Anliegen des genetischen Lehrens, welches in der Sicherung der Wissenschaftsverständigkeit und in der Entfaltung der Naturanschauung gesehen werden kann.

5. Wissenschaftsverständigkeit und Anschauungskraft – die pädagogischen Dimensionen des genetischen Lehrens

Mit dem genetischen Lehren erstrebt MARTIN WAGENSCHNEIDER eine tiefgreifende und umfassende, zugleich methodische und curriculare Erneuerung des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Eine Erörterung seiner fachwissenschaftlichen Voraussetzungen und eine Bewertung der sich daraus ergebenden fachdidaktischen Einzelprobleme kann und soll hier nicht geleistet werden. Ich will hier nur die pädagogischen Dimensionen erschließen, die mit dem genetischen Lehren verbunden sind. Deshalb frage ich noch einmal genauer nach der Aufgabe, die hier dem naturwissenschaftlichen Unterricht eigentlich gestellt wird und nach den Fähigkeiten, welche er in den Heranwachsenden entfalten soll.

WAGENSCHNEIDER hat sich von vornherein klar entschieden: Der naturwissenschaftliche Unterricht an allgemeinbildenden Schulen soll lehren, „was für den späteren Laien ausreicht und dem Fachmann unerläßlich ist.“ Jeder Schüler der Sekundarschulen soll *wissenschaftsverständlich* werden, damit er keiner Wissenschaftsgläubigkeit oder -feindlichkeit verfällt. *Wissenschaftsfähig* müssen nur die späteren Studierenden der Naturwissenschaften werden; ihren Weg dahin können sie durch ihre selbstgewählte Spezialisierung in der gymnasialen Oberstufe bahnen. Ein auf Wissenschaftsverständigkeit ausgerichtetes Lehren muß sowohl „vertiefend“ als auch „übergreifend“ angelegt sein. Vertiefend meint: Die Lernenden sollen zunächst gründlich und nachhaltig elementares physikalisches Wissen erwerben; mit „übergreifend“ wird gefordert, daß sie dabei die Erfahrung machen sollen, daß die exakte Naturwissenschaft ein bestimmtes, sich beschränkendes Vorgehen ist, welches sich von anderen Weisen des Naturverstehens unterscheiden läßt. Beides zugleich leistet das genetische Lehren, indem es den spezifisch physikalischen Verständnishorizont mit seiner ihm eigentümlichen Realität „aus der ganzen Weite der Wirklichkeitsbezüge standhaft hervorgehen“ läßt.

Dies verdeutlicht unser bereits zitiertes Beispiel: Warum etwa eine mit schweren Reisebussen beladene Flußfähre nicht untergeht, läßt sich zunächst schlicht durch den Vergleich ihres Gewichts mit dem der von ihr verdrängten Menge Wassers begreifen. Die Erfahrung mit dem unten auf dem Gefäßboden bleibenden, weil anhaftenden Korken erweist aber die Verallgemeinerung der „Verdrängungstheorie“ als unzureichend. Sie nötigt zu der im strikten Sinne physikalischen Erklärung durch Auftrieb, der sich aus der Wirkung der nach unten hin stärker werdenden Tragkraft des Wassers ergibt. Diese resultiert aus dem mit der Tiefe zunehmenden Schweredruck des Wassers, welcher auf die von der Erdoberfläche ausgehende Gewichtskraft zurückgeht. Die gleiche Ursache gilt auch für die Erklärung desjenigen Auftriebs, den der von uns unmittelbar gar nicht wahrgenommene Schweredruck der Luft z.B. der Flamme verleiht.

Das Beispiel zeigt, daß die neuzeitliche physikalische Erklärung zu Ergebnissen führt, die unserer ursprünglichen Welterfahrung widersprechen. Sie ist eine Schau- und Bauweise, die den Gegenstand ihrer Erkenntnis nicht schon vorfindet, sondern im Zuge ihrer Forschungspraxis selbst konstruiert. Dazu bricht sie auch bewußt mit der Verlässlichkeit der sinnlichen Wahrnehmung und mit der ursprünglichen lebensweltlichen Verständlichkeit der Phänomene.

Diese werden zum sekundären Ausdruck eines physikalisch konstruierten Kausalzusammenhangs. Eine solche nicht mehr kontemplative, sondern (mathematisch-)konstruktive Form der Naturforschung ist – dies zeigt unser Beispiel und seine Erklärung in den Worten KEPLERS – keine ursprüngliche, sondern eine geschichtlich noch junge, aber technisch höchst erfolgreiche Erkenntnisform.

Das Lernen des exakten physikalischen Denkens vollzieht sich – wie auch in dem angeführten Beispiel – als ein „Umlernen“, in welchem sich zwei verschiedene Erfahrungs- und Verständnisweisen der Naturerscheinungen nicht nur ergänzen, sondern auch widersprechen und bestreiten (vgl. REDEKER 1993, S. 27f.). Die Genese des physikalischen Begriffshorizontes vollzieht sich nicht als ein stetiger harmonischer Übergang von der vorwissenschaftlich-lebensweltlichen Vertrautheit mit den Phänomenen hin zu ihrer physikalisch-wissenschaftlichen Erklärung. Sie gleicht viel eher einem unstetigen, krisenhaften Durchgang durch aporetische Situationen und einem Gestaltwechsel. Lösungen ergeben sich, indem Seltsames auf Gewohntes zurückgeführt oder scheinbar Gewohntes durch eine Umstrukturierung des Wahrnehmungsfeldes in neuartiger Weise gesehen wird (vgl. REDEKER 1995, S. 132).

Die empirische Untersuchung dieses Lernens als eines Prozesses der Konstruktion neuer Begriffe und Schemata auf der Grundlage bereits vorhandener Alltagstheorien erfolgt gegenwärtig durch die Kognitionpsychologie. Hier befaßt sich speziell die Expertiseforschung mit Fragen nach Umfang, Qualität und Struktur des bereichsspezifischen Wissens von Experten und mit ihren Problemlösungsleistungen. Zum Experten wird der Laie nicht allein durch stetigen Wissenszuwachs, sondern vor allem durch den Erwerb bereichsspezifischer Schemata und Leitvorstellungen, welche eine hierarchische Strukturierung des Wissens ermöglichen und bei der Lösung von Problemen weiter ausdifferenziert oder modifiziert werden können (vgl. WEINERT 1986). Die diesem Ansatz folgende naturwissenschaftsdidaktische Forschung interessiert sich für das bereichsspezifische Alltagswissen über Natur und Technik, welches die Schüler in den Unterricht mitbringen, und entwirft für sie geeignete Wege zur Bewältigung der kognitiven Umstrukturierungsprozesse, welche das naturwissenschaftlich-exakte Denken erfordert (vgl. DUTT 1995). Im Mittelpunkt steht also einerseits die Orientierung an den vorwissenschaftlichen Alltagstheorien der Lernenden und andererseits die Förderung ihrer Problemlösekompetenz durch eine alle Unterrichtsphasen bestimmende Aufgabekultur. Diese soll die Schüler u.a. dazu veranlassen, ohne Druck durch neue Stoffmassen selbständig und gründlich alltagssprachliche Problemstellungen in die elementaren Begriffe und Gesetzesannahmen der Naturwissenschaften zu übersetzen; denn „Zusammenhänge erschließen sich besser beim Problemlösen, und die wissenschaftliche Systematik steht höchstens am Schluß“ (REINHOLD u.a. 1999, S. 56). Hier werden einige wissenschafts- und bildungstheoretische Argumente für das genetische Lehren gewissermaßen empirisch bestätigt.

Genetisches Lehren ist also eine *Dramaturgie des Umlernens*: Der Lehrende setzt solche Naturerscheinungen in Szene, welche die Lernenden zum Denken herausfordern und welche zu ihrer Erklärung die Einführung eines physikalischen Verständnishorizonts erforderlich machen. Die lebensweltlich verankerte Wahrnehmung der Phänomene stellt dabei aber nicht – wie in der kognitionpsychologisch orientierten Didaktik – nur eine laienhaft-defizitäre Vorstufe

der eigentlichen, weil wissenschaftlichen Erkenntnis dar. Sie liefert vielmehr ein anderes, oft sogar reicheres Bild der Natur als die mathematisch-exakte Erkenntnis. Die sinnlich-anschauliche Vertrautheit mit den Phänomenen bildet gerade das unentbehrliche Fundament für einen Unterricht, der einen Umlernprozeß in Gang setzen will. Denn sie gewährleistet die „Einwurzelung“ des physikalischen Wissens.

Der Begriff „Einwurzelung des Wissens“ erschließt eine weitere, noch bedeutsamere pädagogische Dimension des genetischen Lehrens: die Aneignung der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse zur Bereicherung der Naturerfahrung. KLAUS GIEL (1996, S. 163) spricht in diesem Zusammenhang von einer „Wiederentdeckung der Natur“ durch die Rückbindung des exakten naturwissenschaftlichen Wissens an die Bedingungen unserer leiblich-sinnlichen Existenz. WAGENSCHNIEDER wiederholt die GOETHESCHE Problemstellung, aber in einer nur pädagogischen Absicht. Ihm geht es nicht, wie GOETHE damals, um die Proklamation bzw. Wiederherstellung einer kontemplativen Naturwissenschaft durch die Verankerung des Erkennens in der primären Welterfahrung durch die Sinne. Wagenschnieder fragt vielmehr nach dem Beitrag, den das neuzeitliche naturwissenschaftliche Wissen zur Kultivierung der Anschauungskraft leisten kann. Er ist davon überzeugt, daß der Mensch, der Physik als einen Aspekt der Naturerfahrung kennenlernt, gleichsam ein neues Organ in sich ausbildet und dadurch „mehr von der Natur hat“. Das genetische Lehren verfolgt also ein spezifisch pädagogisches Anliegen: die *Aneignung des Wissens als eines Organs der Anschauung* zur besonnenen Beurteilung der Erfahrungen mit der Natur. Das genetische Lehren ist darauf ausgerichtet, den lebenspraktischen Gehalt des Wissens aufzudecken. Es wird nach der allgemeinen, d.h. nicht nur für die Experten bestehenden Relevanz des naturwissenschaftlichen Wissens und nach der Möglichkeit der Aneignung dieses Wissens als eines Wissens für Laien gefragt. Und es werden solche Zugriffsformen auf das Wissen gesucht, die dieses nicht im Sinne bloßer Information abrufen, sondern es zum Zwecke der Steigerung des eigenen Könnens und Verstehens mit- und nachvollziehbar machen. Das genetische Lehren soll die „Einwurzelung“ des Wissens und damit das reflektive Fußfassen in der Wirklichkeit ermöglichen – durch exemplarische Einblicke und eine krisenhafte Unterrichtsdramaturgie.

Lehrbücher stellen das Gedächtnis des wissenschaftlichen Erkennens dar. In ihnen ist der Forschungsprozeß zu einem vorläufigen Abschluß gekommen; das Wissen liegt darin in perfekter und an die Ordnung der akademischen Lehre angepaßter Form vor. Durch seinen systematischen Aufbau legt das Lehrbuch nahe, die Aufgabe des Fachunterrichts als Vermittlung fertig vorliegender Erkenntnisse und Modelle zu begreifen. Damit wird das Verstehen bei den Schülern nur allzu leicht korrumpiert. Um dies zu vermeiden, fordert WAGENSCHNIEDER stattdessen den genetisch-exemplarischen Nachvollzug des in den Lehrbüchern zum Abschluß gebrachten naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses. Dieser Nachvollzug ist ein historischer. Der Einstieg in die Physik ist ein Einstieg in ihre Geschichte, der Rückgang an die Entstehungsorte und in die Ursprungszeiten der großen Entdeckungen der Klassischen Physik. Dabei geht es aber gerade um die Überwindung der historischen Distanz, um die Vergegenwärtigung desjenigen, was bis in die Gegenwart hinein als verbindlich überdauert.

Der Nachvollzug des Erkenntnisaktes wird im genetischen Lehren, wie bereits hervorgehoben, als ein dramatisch-krisenhaftes Umlernen inszeniert: Etwas Sonderbares, eine Erscheinung, die sich mit unseren bisherigen Erfahrungen nicht in Einklang bringen läßt, macht eine Vergewisserung und Neuorientierung nötig. Nun entdecken wir erst, wie wenig wir Fuß gefaßt haben in unserer Wirklichkeit, und daß sie uns zu Recht unheimlich geblieben ist: Wir leben – um an das Beispiel von WAGENSCHEN zu erinnern – untergetaucht in einem gewaltigen Meer von Luft.

Entsprechend haben im Gegensatz zum leicht abfragbaren Schulwissen die Exempla WAGENSCHENS *die Form von Rätseln*; sie sind aus uns scheinbar vertrauten Zusammenhängen herausgegriffen und fordern unser Wissen trotzdem aufs höchste heraus. Es wohnt ihnen darüber hinaus ein „fruchtbarer Moment“ inne, der die Einfälle, die Nachentdeckungen ermöglicht, welche das Rätselhafte vom schon Vertrauten her erklären. Durch solche Einfälle wird die in Widersprüche verwickelte Wahrnehmung belehrt und durch diese Belehrung wieder beruhigt. Die Lehre liegt dabei in den Phänomenen insofern selber, als mit der Lösung des Rätsels deutlich wird, was man an dem Phänomen bei genauer Hinsicht wahrnimmt und was man vorher so nicht gesehen hat. Beim forschenden Hinsehen auf die Phänomene entfaltet sich die Anschauungskraft und lernt sich dabei der Begriffe, Theorien und Modelle der neuzeitlichen Naturwissenschaft zu bedienen. Durch deren Indienstnahme wird der aufklärende, die Sinne belehrende Gehalt dieses Wissens, mithin seine lebenspraktische Bedeutung erschlossen.

Man kann den genetischen Unterricht als eine Kunstform des Lehrens bezeichnen, welche die Schüler befähigen will, sich die Natur in unverkürzter Weise zu vergegenwärtigen und dabei etwas an ihr zu entdecken, was sie in ihrem lebensweltlichen Erfahrungshorizont so nicht schon sehen. Es ist eben nicht so, daß wir die Dinge um uns herum schon anschauen können, wenn wir einfach nur die Augen darauf richten. Man muß deutlich unterscheiden zwischen dem bloßen Wahrnehmen von Erscheinungen und ihrer Anschauung, die schon immer Erkenntnis einschließt. Zum ruhigen Betrachten des Wahrgenommenen und zum forschenden Hinsehen bedarf es der Vermittlung von Erfahrung und Wissen, der Belehrung der Sinne.

Ein „anschauliches Denken“ zu kultivieren, ein Denken, das aufklärt und verdeutlicht, was wir „tatsächlich“ wahrnehmen, ist seit jeher die Aufgabe der *Didaktik* als einer *Anschauungskunst*. Mit dem genetischen Lehren führt WAGENSCHEN diese Tradition des Anschauungsunterrichts unter Einbeziehung der neuzeitlichen Naturwissenschaften in schöpferischer Weise fort. Er zeigt damit zugleich, daß der naturwissenschaftliche Unterricht nur dann ein „erziehender Unterricht“ sein kann, wenn er sich von der Fremdbestimmtheit durch das Wissenschaftssystem emanzipiert.

Literatur

- BAUMERT, J. U.A.: TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde. Opladen 1997.
 BÖHME, G.: Am Ende des Baconschen Zeitalters. Skizzen zur Wissenschaftsentwicklung. Frankfurt a.M. 1993.

- BUCK, P.: Chemie- und Physikunterricht an Waldorfschulen auf der Folie der aktuellen chemiedidaktischen Diskussion. In: F. BOHNSACK/E.-M. KRANICH (Hrsg.): *Erziehungswissenschaft und Waldorfpädagogik*. Weinheim/Basel 1990, S. 242–259.
- DUIT, R.: Empirische physikdidaktische Unterrichtsforschung. In: *Unterrichtswissenschaft* 23 (1995), S. 98–106.
- FREISE, G.: In: P. BUCK: *Integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht und naturwissenschaftliche Allgemeinbildung – Der Briefwechsel zwischen Martin Wagenschein und Gerda Freise, Teil II*. In: *chimica didactica* 22 (1996) 3/Nr. 73, S. 366–378.
- GIEL, K.: Die ästhetische Darstellung der Welt im naturwissenschaftlichen Unterricht. Bemerkungen zur Didaktik Martin Wagenscheins. In: L. DUNCKER/W. POPP (Hrsg.): *Kind und Sache*. 2. Aufl. Weinheim/München 1996, S. 163–177.
- GOETHE J.W.v.: *Naturwissenschaftliche Schriften*. In: *Goethes Werke* (Hamburger Ausgabe); Bd. XIII. Hamburg⁶ 1971.
- KRANICH, E.-M.: Zu den Erwägungen und Bedenken ... In: P. BUCK/E.-M. KRANICH (Hrsg.): *Auf der Suche nach dem erlebbaren Zusammenhang. Übersehene Dimensionen der Natur und ihre Bedeutung für die Schule*. Weinheim/Basel 1995, S. 148–151.
- KROEBEL, W.: Stellungnahme zu dem Buch: Martin Wagenschein, *Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken*. In: *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* (MNU) 20 (1967), 4, S. 151–156.
- LITT, TH.: *Naturwissenschaft und Menschenbildung*. 3., verbesserte und erweiterte Auflage. Heidelberg 1959.
- MUCKENFUSS, H.: *Lernen im sinnstiftenden Kontext. Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts*. Berlin 1995.
- Philosophisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Basel: *Gymnasialunterricht in Naturwissenschaften. Stellungnahme und Thesen*. In: *Neue Sammlung* 29 (1989), S. 553–569.
- REDEKER, B.: *Feiertagsdidaktik oder Notwendigkeit einer Renaissance?* In: *Neue Sammlung* 33 (1993), S. 15–30.
- REDEKER, B.: *Martin Wagenschein – phänomenologisch gelesen*. Weinheim 1995.
- REINHOLD, P./LIND, G./FRIEGE, G.: *Wissenszentriertes Problemlösen in Physik*. In: *Zeitschrift für die Didaktik der Naturwissenschaften* 5 (1999), S. 41–62.
- WAGENSCHIN, M.: *Naturwissenschaft und Bildung*. In: *Die Erziehung* 8 (1933), S. 273–285.
- WAGENSCHIN, M.: *Die periodische Struktur des Lichtes*. In: *Neue Sammlung* 8 (1968), S. 124–132. (a)
- WAGENSCHIN, M.: *Die Sprache im Physikunterricht*. In: O. F. BOLLNOW (Hrsg.): *Sprache und Erziehung. Zeitschrift für Pädagogik* (7. Beiheft). Weinheim/Berlin/Basel 1968, S. 125–142. (b)
- WAGENSCHIN, M.: *Die Pädagogische Dimension der Physik*. 3., ergänzte Auflage. Braunschweig 1971.
- WAGENSCHIN, M.: *Naturphänomene sehen und verstehen. Genetische Lehrgänge*, hrsg. v. H. CH. BERG. 2., korrigierte Auflage. Stuttgart 1988.
- WEINERT, F.E.: *Lernen. ... gegen die Abwertung des Wissens*. In: *Friedrich-Jahresheft IV* (1986), S. 102–104.

Abstract

Natural science is an element of modern culture the significance of which cannot be overestimated. With its breakneck progress in the accumulation of findings natural science research forms the indispensable basis for all efforts to guarantee and further develop our thoroughly technicalized living conditions. Accordingly, the crucial role played by natural science in the building of our external is unquestionable. Doubtful, however, remains the significance of natural science knowledge for the formation of the inner world of man in our culture, and furthermore unclear is its relation to the other cultural spheres which contribute to the formation of a person. At the end of that century in the course of which natural science was finally added in the range of subjects to be taught at the Gymnasium, the educational mission of instruction in natural science is still not yet clearly defined. This is revealed by the situation in instruction in physics today as well as by the scholastic achievement in this field.

Anschrift des Autors

PD Dr. Heiner Ullrich, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Fachbereich Philosophie/Pädagogik, Pädagogisches Institut, 55099 Mainz, Colonel-Kleinmann-Weg 2 (SB II)